



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

AREA BIOLÓGICA Y BIOMÉDICA

TÍTULO DE INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL

**Diversidad de rasgos morfológicos en semillas de especies leñosas en un
bosque seco de la provincia de Guayas – Ecuador.**

TRABAJO DE TITULACIÓN.

AUTOR: Bedoya Castillo, Andrea Estefanía.

DIRECTOR: Romero Saritama, José Miguel, Ph.D.

CENTRO UNIVERSITARIO DURÁN

2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Doctor

José Miguel Romero Saritama

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación “Diversidad de rasgos morfológicos en semillas de especies leñosas en un bosque seco de la provincia de Guayas – Ecuador” realizado por Andrea Estefanía Bedoya Castillo, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, 15 de Septiembre de 2016.

f:

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

"Yo, Andrea Estefanía Bedoya Castillo declaro ser autor(a) del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posible reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico vigente de la Universidad establece: "(...) forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

.....

Autor: Bedoya Castillo, Andrea Estefanía.

Cédula: 171924519-1

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi mente, darme fortaleza en los momentos más complicados y haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres Dina y Ramiro, que a pesar de su pronta partida dejaron con sus enseñanzas un legado en mí para continuar con fuerza y valentía hasta conseguir esta meta, a su memoria, todos mis esfuerzos y logros.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica Particular de Loja y a la titulación de Gestión Ambiental que me abrieron las puertas para mi formación y por facilitarme la infraestructura necesaria para la consecución de este trabajo de investigación, a la Fundación Pro-Bosque y todo su personal que me permitió realizar con éxito esta tesis. A mi director de tesis, Ph.D José Miguel Romero por tantas enseñanzas, por su paciencia y predisposición para impartir conocimientos valiosos que me han servido para forjarme como profesional.

A mi esposo, Andrés, por acompañarme y darme ánimos para no decaer con mis metas e ideales.

.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Páginas
CARÁTULA	i
APROBACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	6
1.1. Morfología de la semilla	7
1.1.1. Partes de la semilla	7
1.1.2. Apéndices de las semillas	7
1.1.3. Tamaño de las semillas	9
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS	10
2.1 Área de estudio	11
2.2. Colección de semillas	12
2.2.1. Evaluación de rasgos en semillas	13
2.2.2. Relación entre rasgos morfológicos y análisis de datos	15
CAPÍTULO III: RESULTADOS	16
3.1. Características morfológicas cuantitativas	17
3.2. Características morfológicas cualitativas	19
3.3. Características internas de semillas	21
3.4. Relaciones morfológicas entre especies	22
DISCUSIÓN	23
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLAS	PÁGINAS
Tabla 1: Especies de estudio.....	13
Tabla 2: Rasgos evaluados.....	13
Tabla 3: Promedios de rasgos morfológicos en semillas de 20 especies leñosas.....	18
Tabla 4: Características morfológicas cualitativas en semillas de 20 especies leñosas.....	20
Tabla 5: Rasgos de embriones por especie.....	21

FIGURAS	
Figura 1: División, sub división y tipo de embriones.....	8
Figura 2: Mapa base Bosque Protector Cerro Blanco.....	11
Figura 3: Distribución de frecuencias de rasgos cuantitativos.....	17
Figura 4: Diversidad morfológica de semillas de especies presentes en un bosque seco de Guayas.....	19
Figura 5: Dendrograma basado en rasgos cuantitativos de las semillas.....	22

RESUMEN

Estudiar la diversidad de rasgos morfológicos en semillas permite conocer más la funcionalidad de las semillas en las comunidades vegetales y su relación como mecanismos de adaptación.

Los objetivos de la presente tesis fueron: Medir y evaluar rasgos morfológicos externos e internos de semillas en especies leñosas de un bosque seco, determinar la variación del tamaño de las semillas en las especies en estudio. Se recolectaron muestras de frutos con semillas de bosque seco tropical ubicado en Guayas, de 20 especies pertenecientes a 18 árboles, y 2 arbustos. Se evaluaron rasgos cuantitativos, cualitativos, internos y externos, siendo los de mayor variabilidad la masa y el volumen. El largo de las semillas varió entre 2.35 ± 0.40 mm en *G. ulmifolia* hasta 31.73 ± 6.01 mm en *M. peruiferum*. La masa tuvo el promedio general de 0.26 ± 0.41 g variando desde 0.01g (*G. ulmifolia*) a 1.23g (*S. saponaria*). La tendencia fue semillas de testa dura y forma ovalada. Determinamos que la alta variabilidad y heterogeneidad que presentan los rasgos medidos son una estrategia de adaptación para que las semillas perduren viables en las condiciones de aridez.

Palabras claves: bosque seco; rasgos morfológicos; semillas.

ABSTRACT

The study of the diversity of seed morphological traits allows us to know the functionality seeds in plant communities because they are directly related to dispersal, germination strategies and as adaptation mechanisms. The objectives of this thesis were: a) Measure and evaluate external and internal seed morphological traits of woody species in a dry forest, b) Determine the variation seed size in the species under study. Between August 2015 and January 2016 fruit samples were collected with seeds of a tropical dry forest located in the county of the Guayas Ecuador, 20 species: 18 trees, and 2 shrubs. We evaluated quantitative, qualitative, internal and external traits for all species, the most variable was mass and volume. The length of the seeds ranged from 2.35 ± 0.40 mm in *G. ulmifolia* to 31.73 ± 6.01 mm in *M. peruiferum*, the mass had the overall average of 0.26 ± 0.41 g ranging from 0.01 g (*G. ulmifolia*) to 1.23 g (*S. saponaria*). The general trend was hard seed coat and seeds oval. We determined that the high variability and heterogeneity present in seed morphological traits are an adaptation strategy for the seeds to survive in arid conditions present in the dry forest.

Keys words: dry tropical forest; morphological traits; seeds.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la estructura y ecología de los bosques secos tropicales actualmente toma mayor relevancia entre los investigadores (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz en prensa). A pesar de este esfuerzo, todavía son menos estudiados, más amenazados, y poco protegidos que otros ecosistemas tropicales sudamericanos (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016). Estudios recientes indican que a nivel latinoamericano los bosques más afectados y con tasas anuales de deforestación mayores son los bosques secos, donde la principal causa se asocia al crecimiento demográfico (Armenteras, 2014).

En Ecuador, el contexto es similar a toda Latinoamérica, las variables relacionadas con factores demográficos y de accesibilidad están relacionadas con la deforestación (Armenteras, 2014). Los bosques de la Costa han sido drásticamente afectados por las actividades humanas, en la actualidad persisten solo pequeños remanentes aislados, pero altamente vulnerables (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013). La palma africana y las camaroneras (Esmeraldas) y el establecimiento de pastizales (Andes y Amazonía) son factores de pérdida de bosques y nivel local, incide el tamaño del hogar, la distancia a centros poblados y la mano de obra contratada como causas de presión a este ecosistema (Armenteras, 2014).

Al ser los bosques secos un ecosistema vulnerable, es fundamental enfocar estudios que permitan la recuperación y reforestación de las áreas degradadas, para ello es necesario en primer lugar conocer aspectos ecológicos y morfológicos de la estructura vegetal que permita la regeneración de las plantas. En este sentido el estudio de las semillas como un órgano reproductor y de dispersión de las especies se vuelven un factor central para la generación de pautas en la restructuración y conservación de los bosques secos. Es de conocimiento entre la comunidad científica que aspectos de la ecología, fisiología y morfología de semillas están involucrados en procesos fundamentales del ciclo de vida de las plantas. Por ejemplo, el porcentaje de germinación y viabilidad es parte de la evaluación de calidad de la semilla, que tiene por finalidad principal estimar el número máximo de semillas que pueden germinar para producir una planta normal en condiciones óptimas (Willan, 1991). Este tipo de pruebas dependen directamente de la prueba de pureza donde la semilla se considera pura si aparece normal en cuanto a su tamaño, peso, forma y aspecto general externo (Ffolliott & Thames, 1986) es decir, se parte de la morfología de semillas para determinar características fisiológicas que expresan la calidad de la semilla, aptitud para germinar

y su futuro comportamiento como plántula. El comportamiento de la semilla inmediatamente después de la germinación está relacionado con su tamaño (Willan, 1991).

Describir y evaluar rasgos morfológicos en semillas, además de demostrar la calidad de las mismas y reconocer las especies en el campo (Amorim, 1996) permitiría contribuir a la comprensión de la dinámica a nivel de poblaciones vegetales (Donadio & Dematé, 2000), su relación con la dispersión, germinación, colonización y establecimiento de las plántulas en determinados hábitats (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016), determinar la respuesta de las plantas a factores ambientales (Lavorel et al., 2007), y a través de esa respuesta controlar y planificar de manera eficaz el proceso de conservación en bancos de germoplasma, así como mejorar el conocimiento de la estructura y funcionamiento de los bosques secos y los patrones de dispersión de semillas (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016) además de brindarnos conocimiento a profundidad del rol que desempeña cada rasgo en la funcionalidad de la especie, en la capacidad de adaptación, germinación y supervivencia, como resultado de la evolución y la conservación de dichos atributos que también, pueden predecir el resultado de ensamble de la comunidad (Laughlin et al., 2012; Shipley, Vile, & Garnier, 2006).

Cada vez se recurre más a la investigación de rasgos morfológicos funcionales, para comprender el rol de variabilidad de estos rasgos en las especies y en las comunidades vegetales, facilitando predecir el ritmo de los procesos de las especies dentro de los ecosistemas (Romero-Saritama, 2015).

En Ecuador los estudios en semillas de especies leñosas de zonas áridas siguen siendo limitados, a pesar que en los últimos años se han generado importantes aportes para conocer la ecología y estructura de los bosques secos y la morfología de las semillas especialmente en la región sur del Ecuador. Autores como Jara-Guerrero, De la Cruz, & Méndez, 2011; Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016, han aportado datos significativos sobre morfología, fisiología y dispersión de semillas para toda una comunidad de especies leñosas de bosque seco sudamericano, sin embargo es necesario seguir reforzando nuestro conocimiento sobre las semillas como parte fundamental de la reproducción de las especies vegetales, como estrategia de conservación y para la recuperación de hábitats degradados.

Se considera oportuno buscar estrategias inmediatas de conservación, adicionales a las estrategias *in situ* que hasta el momento se han desarrollado en Ecuador, como los

sistemas de conservación *ex situ*, que surgen para ser una medida complementaria orientada principalmente a resguardar el material genético de las especies de importancia, para su mejoramiento, la industria alimenticia, farmacéutica, maderera, etc., y también permitiendo la conservación de especies vulnerables (Seguel, 2001).

El presente trabajo tiene como fin Contribuir al conocimiento de la ecología de semillas desde un enfoque de rasgos morfológicos y que permitan generar directrices para la conservación de las especies vegetales del bosque seco.

Objetivo General

Determinar la variabilidad de rasgos morfológicos de semillas de especies leñosas de un bosque seco ubicado en la provincia del Guayas- Ecuador.

Objetivos específicos

- Medir y evaluar rasgos morfológicos externos e internos de semillas.
- Determinar la variación del tamaño de las semillas en las especies en estudio.

CAPITULO I.

MARCO TEÓRICO.

1.1 Morfología de la semilla.

El ciclo vital de las plantas abarca en su fase de reproducción sexual la formación de estructuras que contienen un pequeño embrión (Paucar, 2011). El embrión es el producto de la fusión entre el óvulo con el núcleo espermático del polen (Suárez & Melgarejo, 2010), este embrión, envuelto en el tegumento derivado del óvulo, es la unidad de dispersión, conservación y reproducción de la especie, la cual se denomina semilla (Paucar, 2011) y se conforma de la siguiente manera:

1.1.1 Partes de la semilla.

Las partes principales de la semilla según Suárez & Melgarejo (2010) son:

- a) Epispermo, tegumento o cubierta seminal.
- b) Embrión.
- c) Endospermo.

a) Epispermo: Es la cubierta de la semilla también denominada testa que se forma a partir de los tegumentos del óvulo, por lo tanto es solo tejido materno (Finch-Savage & Leubner-Metzger, 2006). Cuando el tegumento es doble (menos frecuente), el exterior se llama testa y el interior tegmen (Trujillo, 1990).

Su función principal es proteger al embrión; puede servir como barrera a la entrada de microorganismos en la semilla, participa en el control de la germinación porque puede presentar sustancias inhibitoras, y regular la velocidad de rehidratación de las semillas, evitando o disminuyendo posibles daños causados por las presiones desarrolladas durante la absorción (Paucar, 2011).

b) Embrión: Es el producto de la fusión entre el óvulo con el núcleo espermático (Suárez & Melgarejo, 2010). Los embriones según Martin (1946), pueden clasificarse de acuerdo a la posición, el tamaño y la forma. Las categorías básicas son: embrión basal, embrión periférico y embrión axial (Figura 1).

Los basales, según el tamaño, se clasifican en rudimentario, amplio, capitado y lateral (gramíneas). Los axiales son los más frecuentes, hay varios tipos según forma y tamaño: lineal, pigmeo, micro, espatulado, doblado, plegado y englobado.

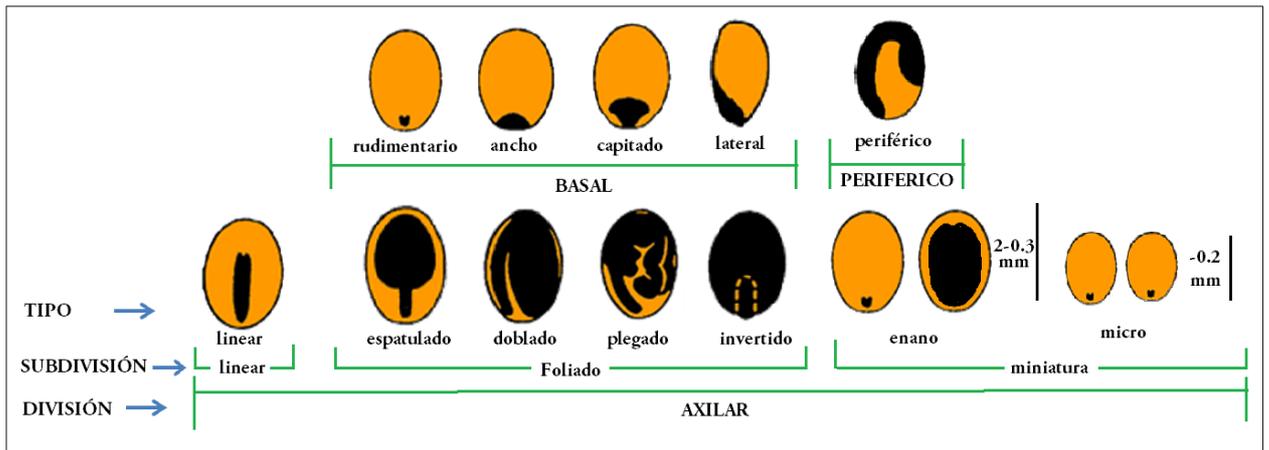


Figura 1. División, sub división y tipo de embriones.

Fuente: (Martin, 1946)

Elaborado por: A.C. Martín.

El embrión se compone de cuatro partes:

- radícula*, donde se formará la raíz de la planta
- talluelo*, que es eje del embrión
- plúmula*, se halla opuesta a la radícula, es una yema que crecerá hacia arriba dando lugar a la parte exterior de la planta (Maya, 2001).
- cotiledones*, (uno o más) que son las primeras hojas de la planta y alimentan al embrión en las primeras fases de su desarrollo (Vidal, 2000).

c) Endospermo: Provee de nutrientes al embrión para el desarrollo y el crecimiento de la plántula (Suárez & Melgarejo, 2010). Algunas excepciones, por ejemplo, las flores de las labiadas producen frutos indehiscentes llamados núculas, que internamente contienen a la semilla, la cual nunca se libera ni se separa de la pared del ovario que la protege (Ryding, 1995), estas semillas no presentan endospermo.

1.1.2 Apéndices de las semillas.

Las semillas pueden presentar apéndices como alas, pelos, arilos, que están relacionados con la dispersión (Paucar, 2011). Los pelos son propios de semillas pequeñas, contenidos frecuentemente en frutos de dehiscencia lenta (Arbo & Gonzáles, 2013; Paucar, 2011). El arilo es una excrecencia formada por los tegumentos o el funículo. En ciertos casos el arilo es carnoso, y sus células están cargadas de aceites o sustancias grasas, recibiendo entonces el nombre de eleosoma (Arbo & Gonzáles, 2013).

1.1.3 Tamaño de las semillas.

El tamaño de las semillas entre diferentes especies de plantas varía en una forma impresionante, a pesar de que se trata de un órgano vegetal cuyo origen ontogenético es constante y que tiene una función bien definida, hay aproximadamente 11 órdenes de magnitud de diferencia en tamaño entre las semillas más pequeñas y las más grandes que existen en la naturaleza (Fondo de Cultura Económica, 1996).

La variación en el tamaño de la semilla juega un papel importante en los procesos de germinación y establecimiento de plántulas (Ayala-Cordero, Terrazas, López-Mata, & Trejo, 2004) y también funciona como una ventaja adaptativa que tiene relación con el ambiente, por ejemplo entre semillas grandes versus pequeñas. En la selva, las semillas son grandes, con suficiente reserva para asegurar a la plántula su establecimiento exitoso en un ambiente sombreado (Arbo & Gonzáles, 2013).

Se comprende que, el tamaño de las semillas de una especie y las variaciones que presentan no se explican fácilmente. Son el resultado de un esquema complejo en el que interviene la constitución genética de la especie, las condiciones ambientales bajo las cuales se originó y sobrevivió, bajo las cuales vive y se reproduce con éxito actualmente, de sus necesidades de dispersión y de los mecanismos que ha desarrollado para evitar la depredación, de la inversión requerida para formar las semillas y del número de las mismas, entre otros factores (Fondo de Cultura Económica, 1996).

CAPITULO II.

MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. Área de estudio.

El estudio se realizó en un remanente de bosque seco ubicado dentro del Bosque Protector Cerro Blanco, en la provincia de Guayas - Ecuador (Figura 2), administrado por Fundación Pro-Bosque (Cun, 2012)., El área se encuentra en las coordenadas a. 2°11'00 S y 80° 03'00 W; b. Lat. 2°07'00 S, Long 80° 03'00 W; y a una altitud entre los 50 a 507 metros sobre el nivel del mar (Plan de Manejo del BPCB, 1998).

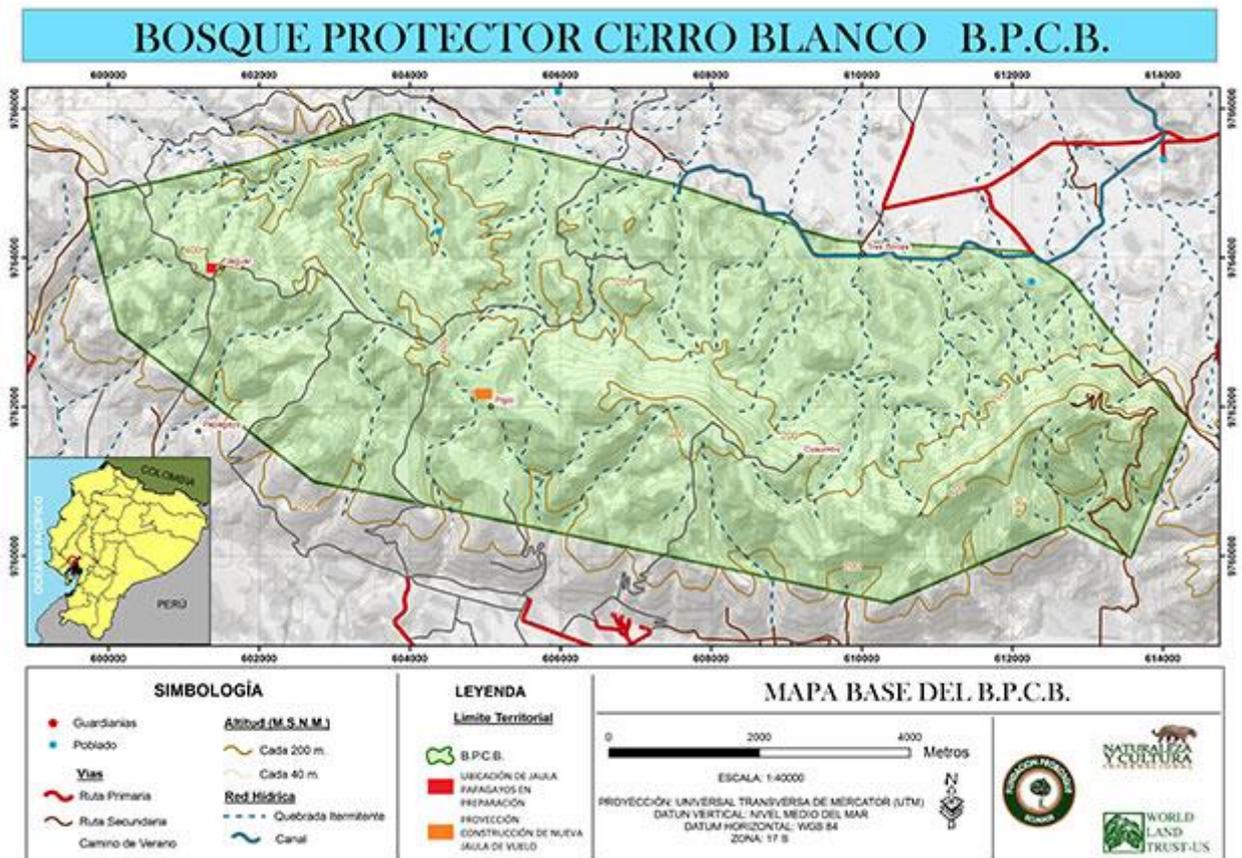


Figura 2. Mapa base Bosque Protector Cerro Blanco.

Fuente: (Cun, 2012)

Elaborado por: Fundación Pro – Bosque.

El área además presenta las siguientes características:

A) Temperatura y precipitación

El clima es tropical y varía durante el transcurso del año, la temperatura media anual es de 25° C, que van desde mínimos de 14 °C y máximas de 37 °C (Morgan & Jose, 2013). Los meses más cálidos corresponden a la estación lluviosa que está comprendida de enero a mayo. El promedio anual de precipitación es de hasta 500 mm/año. En los

meses más fríos que corresponden a la estación seca comprendida de junio a diciembre (Cun, 2012).

B) Aspectos bióticos

Se considera a este bosque protector como uno de los remanentes mejor conservados de bosque seco en la provincia del guayas, protege alrededor de 700 especies de plantas vasculares de las cuales más de 100 especies son endémicas de la región (Cun, 2012).

Entre los elementos más característicos de esta formación tenemos a las especies; *Ceiba trichistandra*, *Bursera graveolens*, *Prosopis juliflora* y por otro lado, algunos representantes muy apreciados por su madera del género *Tabebuia* como *T.chrysantha* (Espinosa, De La Cruz, Luzuriaga, & Escudero, 2012). Otra especie característica es *Cavanillesia platanifolia* Kunth que en la actualidad se encuentra casi amenazada y *Cedrela odorata* en estado vulnerable (IUCN, 2016).

La naturaleza del bosque es de tipo seco, lo cual provoca que más del 75% de sus especies pierdan las hojas (Aguirre, Kvist, & Sánchez T, 2006; Aguirre, Linares-Palomino, & Kvist, 2006), convirtiéndose en un bosque deciduo durante la estación seca (Cun, 2012), aunque durante el invierno se cubre toda de verdor y presenta la apariencia de una vegetación exuberante y perennifolia (Cañadas, 1983).

A pesar de que en las partes montañosas, como son las cordilleras de Chongón y Colonche donde el bosque Cerro Blanco forma parte, se encuentra el bosque predominantemente deciduo, dentro de las quebradas se encuentra bosque húmedo representado por grandes árboles de *Ficus máxima*, *Ficus sp.* y otras especies que mantienen sus hojas durante todo el año (Horstman, 1998).

2.2. Colección de semillas.

De agosto de 2015 a enero de 2016 se recolectaron en promedio 2000 semillas maduras de entre seis y diez individuos de 20 especies leñosas corresponden a 14 familias (tabla 1). La nomenclatura para el nombre y familia de las especies recolectadas se basó en Jørgensen & León-Yáñez (1999).

Tabla 1: Especies de estudio.

Nombre científico	Familia	Mes de colección
<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes	Mimosaceae	Diciembre
<i>Bauhinia aculeata</i> L.	Caesalpiniaceae	Diciembre
<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Burseraceae	Noviembre
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	Caesalpiniaceae	Noviembre
<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	Septiembre
<i>Ceiba trischistandra</i> (A. Gray) Bakh	Bombacaceae	Noviembre
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Cochlospermaceae	Septiembre
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	Boraginaceae	Septiembre
<i>Erythrina smithiana</i> Krukoff.	Fabaceae	Agosto
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	Agosto
<i>Leucaena trichodes</i> (Jacq.) Benth.	Mimosaceae	Agosto
<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f	Fabaceae	Noviembre
<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mimosaceae	Octubre
<i>Pseudosamanea guachapele</i> (Kunth.) Harms.	Mimosaceae	Septiembre
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Sapindaceae	Noviembre
<i>Simira ecuadorensis</i> (Standl.) Steyerl.	Rubiaceae	Enero
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	Bignoniaceae	Noviembre
<i>Tabebuia billbergii</i> (Bureau & K. Schum.) Standl.	Bignoniaceae	Noviembre
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch. & C.A. Mey. ex. C.A. Mey.	Polygonaceae	Septiembre
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i> Benth	Rhamnaceae	Noviembre

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

2.2.1. Evaluación de rasgos en semillas

Se midió y evaluó 17 diferentes rasgos morfológicos cuantitativos y cualitativos, externos e internos de los cuales 14 rasgos presentes en semillas y embriones en una muestra de 50 semillas por especie (Paiva Sobrinho & Siqueira, 2008; Romero-Saritama, 2015; Romero-Saritama & Pérez-Ruiz, 2016), dos rasgos en frutos, y una característica general de las especies (Tabla 2).

Tabla 2: Rasgos evaluados en las semillas de las especies en estudio.

Rasgo	Escala
largo (mm)	continua
ancho (mm)	continua
grosor (mm)	continua
volumen (mm ³)	continua
masa (g)	continua
forma	nominal

apéndice	dicotómica
areola	dicotómica
tipo testa	dicotómica
textura testa	dicotómica
tipo embrión	nominal
función embrión	dicotómica
endospermo	dicotómica
habito	dicotómica
tipo de fruto	dicotómica
tipo de dispersión	nominal

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

Para determinar el tamaño se tomaron fotografías de la muestra de 50 semillas en donde se midió largo y ancho mediante el software Image J (disponible en <http://imagej.nih.gov/ij/>). Se tomó en cuenta la medida de la semilla sin considerar las alas para las especies que disponían de estos apéndices. Para *Cochlospermum vitifolium* se midieron todos los rasgos tomando en cuenta su forma natural enrollada que aparenta una elipse.

En semillas con testa dura se las colocó 30 minutos en agua para facilitar el desprendimiento manual de la testa para fotografiar los embriones y medirlos. Para medir el grosor se utilizó el escalímetro digital de dos dígitos y para el peso, una balanza electrónica. El volumen se calculó mediante la fórmula de volumen para la elipse:

$$\frac{4}{3}\pi\left(\frac{a*b*c}{2}\right)$$

donde *a* es ancho, *b* largo, *c* grosor.

Para evaluar los datos cualitativos como el tipo de testa de las semillas, se clasificó en lisa o rugosa, y la textura de la testa como blanda o lisa de acuerdo a si se rompía o no manualmente según la referencia de Romero-Saritama & Pérez-Rúiz (2016). Para identificar la forma se utilizó el glosario ilustrado de la guía dendrológica de especies forestales de bosque seco de Ecuador de Aguirre, (2012) sistematizado de Nancy Moreno (1984) y Veerle Van den Eyden (1996) y el color de acuerdo a la inspección visual. El tipo de fruto se clasificó de acuerdo a su consistencia en secos y carnosos, durante la extracción de semillas se contabilizó el número de semillas por fruto. El tipo de dispersión se basó en la referencia bibliográfica de Jara-Guerrero et al., (2011) y se tomó en cuenta los tres tipos principales: autocoria, anemocoria y zoocoria. El hábito árbol y arbusto fue de acuerdo a Aguirre et al., (2006).

Para identificar rasgos internos, se realizaron cortes transversales y longitudinales a las semillas, y se determinó la presencia o ausencia del endospermo, así como el tipo de embrión en base a Martin (1946). La función del embrión se evaluó de acuerdo a los cotiledones siguiendo la metodología de Kitajima (1996), y se determinó solamente en cotiledones de almacenamiento, si estos eran gruesos carnosos, o como foliares si eran finos o pequeños, dando la apariencia a ser órganos fotosintéticos (finas hojas) más que de almacenamiento en base al procedimiento de Romero-Saritama & Pérez-Rúiz (2016).

2.2.2. Relación entre rasgos morfológicos y análisis de datos.

Se analizó descriptivamente los rasgos cualitativos y se determinaron valores descriptivos para cada rasgo cuantitativo medido. Se realizó un análisis de varianza (anova) para identificar diferencias estadísticas entre las especies con respecto a los rasgos cuantitativos medidos. Se determinó la distribución de los valores cuantitativos mediante histogramas y se realizó un análisis multivariado de agrupación jerárquica. Para obtener un criterio de homogeneidad entre las especies se utilizó un conjunto de técnicas multivariantes de un análisis de agrupación cluster. Se realizó además un dendograma para interpretar el resultado de dichos análisis cluster. Todos los análisis fueron realizados con el software R (R environment Core Team, 2013).

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1. Características morfológicas cuantitativas.

Se encontró un alto rango de variación en todos los rasgos cuantitativos medidos en las 20 especies estudiadas del bosque seco con diferencias estadísticas entre las especies. La mayor variación fue encontrada en la masa y el volumen de las semillas (Figura 3).

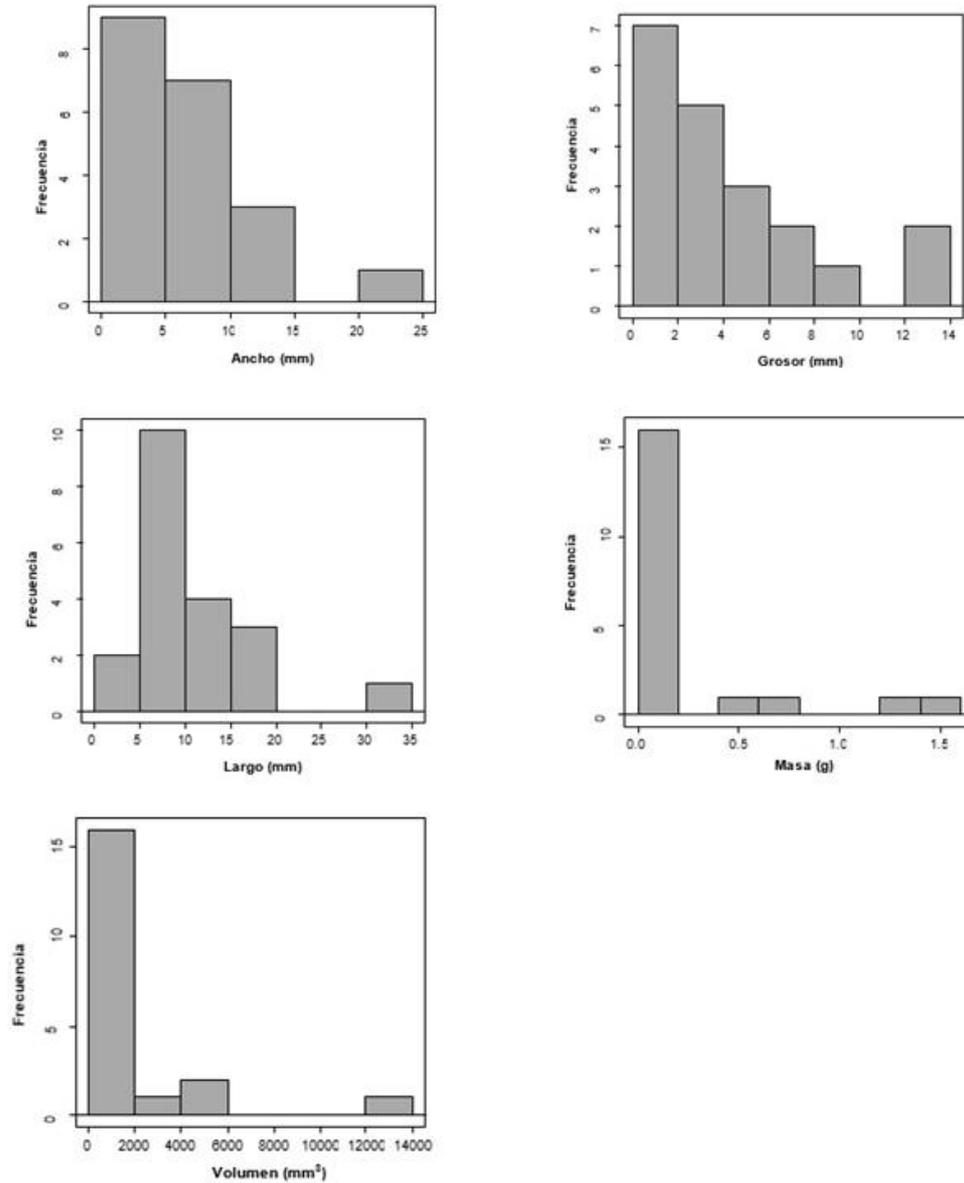


Figura 3: Distribución de frecuencias de rasgos cuantitativos medidos en las 20 especies en estudio.

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

Al realizar el análisis por especie encontramos diferencias significativas entre los rasgos evaluados ($p < 0.005$). El largo de las semillas varió entre 2.35 ± 0.40 mm en *G. ulmifolia* hasta 31.73 ± 6.01 mm en *M. peruiferum*, (Tabla 3) obteniendo un promedio general de

10.92 mm \pm 6.47 a diferencia del ancho que tuvo promedio de 7.29 \pm 5.07 mm, con valores comprendidos entre 1.44 \pm 0.21 mm para *G. ulmifolia* y 22.95 \pm 4.83 mm para *M. peruiferum*. El grosor es otro de los rasgos que presentó gran variabilidad con promedio de 4.23 \pm 3.58 mm y valores que van desde 0.98 mm para *T. billbergii* hasta 12.35 mm para *S. saponaria*. El rasgo con valor más alto fue el volumen, cuyo el promedio fue de 1550.8 \pm 3069 mm³ que tiene un rango que va desde 12.20 mm³ para *G. ulmifolia* hasta 12413.32 mm³ para *M. peruiferum*.

Para la masa el promedio general fue de 0.26 \pm 0.41 g variando desde 0.01 g (*G. ulmifolia*) a 1.23 g (*S. saponaria*).

Tabla 3: Promedios de rasgos morfológicos en semillas de 20 especies leñosas.

Espece	Largo \pm DE	Ancho \pm DE	Grosor	Volumen	Masa
<i>Albizia multiflora</i>	8.85 \pm 0.62	5.53 \pm 0.44	3.15	321.54	0.11
<i>Bauhinia aculeata</i>	6.89 \pm 0.70	4.91 \pm 0.52	2.39	169.67	0.05
<i>Bursera graveolens</i>	5.50 \pm 0.60	4.46 \pm 0.51	3.77	194.05	0.08
<i>Caesalpinia glabrata</i>	8.11 \pm 0.62	5.16 \pm 0.51	4.79	421.26	0.15
<i>Cedrela odorata</i>	9.60 \pm 0.81	4.55 \pm 0.69	1.04	95.73	0.05
<i>Ceiba trischistandra</i>	6.79 \pm 0.77	6.75 \pm 0.63	6.25	601.36	0.19
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	4.73 \pm 0.60	4.08 \pm 0.36	2.10	84.74	0.04
<i>Cordia alliodora</i>	9.58 \pm 0.94	5.41 \pm 0.36	5.02	544.92	0.08
<i>Erythrina smithiana</i>	17.75 \pm 1.10	8.90 \pm 0.59	8.14	2704.31	0.57
<i>Guazuma ulmifolia</i>	2.35 \pm 0.40	1.44 \pm 0.21	1.72	12.20	0.01
<i>Leucaena trichodes</i>	6.90 \pm 1.11	4.19 \pm 0.59	1.30	79.90	0.02
<i>Myroxylon peruiferum</i>	31.73 \pm 6.01	22.95 \pm 4.83	7.90	12413.32	0.75
<i>Prosopis juliflora</i>	7.12 \pm 0.66	3.97 \pm 0.52	2.36	139.72	0.02
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	7.30 \pm 0.79	3.06 \pm 0.28	1.46	69.04	0.04
<i>Sapindus saponaria</i>	14.36 \pm 0.96	14.52 \pm 0.84	12.35	5399.72	1.23
<i>Simira ecuadorensis</i>	14.41 \pm 2.11	9.81 \pm 1.22	1.27	383.30	0.16
<i>Tabebuia chrysantha</i>	16.13 \pm 5.28	10.30 \pm 1.79	0.54	206.16	0.03
<i>Tabebuia billbergii</i>	11.81 \pm 1.62	8.34 \pm 0.99	0.98	203.80	0.03
<i>Triplaris cumingiana</i>	12.19 \pm 0.92	8.44 \pm 0.79	5.93	1290.08	0.14
<i>Ziziphus thyriflora</i>	16.32 \pm 1.24	13.86 \pm 0.95	12.17	5798.05	1.41

*DE= desviación estándar

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

En cuanto a frutos, el 30% de las semillas de especies presentaron una semilla por fruto.

3.2. Características morfológicas cualitativas.

En la figura 4 podemos observar algunas características externas de las semillas, no obstante, la tendencia de la mayoría de las especies es presentar semillas ovaladas. Con respecto al color, predominan colores oscuros como el marrón y el café siendo únicamente *E. smithiana* de color rojo y *P. juliflora* presenta una pigmentación de polvo color vino que al momento de su manipulación se disipa.



Figura 4. Diversidad morfológica de semillas de especies presentes en un bosque seco de Guayas. A) *A. multiflora*. B) *B. graveolens*. C) *C. glabrata*. D) *C. odorata* E) *C. trischistandra*. F) *C. vitifolium*. G) *C. alliodora*. H) *E. smithiana* I) *G. ulmifolia*. J) *L. trichodes*. K) *M. peruferum* L) *P. juliflora*. M) *S. saponaria*. N) *B. acuelata*. O) *T. crysantha*. P) *P. guachapele* Q) *T. Billbergii*. R) *Z. thyriflora*. S) *T. cumingiana* T) *S. ecuadorensis*.

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

En la tabla 5 se presentan las características de los rasgos cualitativos por cada especie, no obstante la superficie de la testa predominante fue dura con un 70% de las especies, en el tipo de testa las semillas tuvieron una tendencia similar produciendo un 75% de especies de testa lisa. El 35% de las especies presentaron algún tipo de apéndice entre pelos y alas como *C. trischistandra* y *C. vitifolium* que presentaron pelos y *C. odorata*, *M. peruiferum*, *S. ecuadorensis*, *T. chrysantha* y *T. billbergii* que presentaron alas.

En cuanto al tipo de dispersión, nueve de las especies presentaron dispersión autocoria lo cual representa al 45%, siete especies de dispersión anemócora siendo 35%, tres especies de frutos carnosos *B. graveolens*, *S. saponaria*, *Z. thrysiflora* y una especie de fruto en forma de cápsula: *G. ulmifolia*, presentaron dispersión zoocoria representando el 20% de las especies de estudio. Las 16 especies de dispersión anemócora y autocoria presentaron frutos secos, en su mayoría legumbres indehiscentes.

Tabla 4: Características morfológicas cualitativas en semillas de 20 especies leñosas.

Especie	Forma	Color	Superficie de testa	Tipo de testa	Presencia de apéndices
<i>Albizia multiflora</i>	ovalada	Marrón	dura	lisa	ausente
<i>Bauhinia aculeate</i>	ovada	Marrón	dura	lisa	ausente
<i>Bursera graveolens</i>	redonda	Marrón	dura	lisa	ausente
<i>Caesalpinia glabrata</i>	ovalada	Café	dura	lisa	ausente
<i>Cedrela odorata</i>	ovada	Amarillo	blanda	lisa	presente
<i>Ceiba trischistandra</i>	ovalada	Negro	dura	rugosa	presente
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	espiral	Café	dura	lisa	presente
<i>Cordia alliodora</i>	avalada	Café	dura	lisa	ausente
<i>Erythrina smithiana</i>	reniforme	Rojo	dura	lisa	ausente
<i>Guazuma ulmifolia</i>	ovada	Gris	dura	rugosa	ausente
<i>Leucaena trichodes</i>	ovada	Marrón	dura	lisa	ausente
<i>Myroxylon peruiferum</i>	redonda	Amarillo	blanda	rugosa	presente
<i>Prosopis juliflora</i>	ovalada	Vino	dura	lisa	ausente
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	ovalada	Amarillo	dura	lisa	ausente
<i>Sapindus saponaria</i>	redonda	Negro	dura	lisa	ausente
<i>Simira ecuadorensis</i>	ovalada	Beige	blanda	rugosa	presente
<i>Tabebuia chrysantha</i>	reniforme	Beige	blanda	rugosa	presente
<i>Tabebuia billbergii</i>	reniforme	Gris	blanda	rugosa	presente
<i>Triplaris cumingiana</i>	alabardada	Café	blanda	lisa	ausente
<i>Ziziphus thrysiflora</i>	redonda	Marrón	dura	rugosa	ausente

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

3.3. Características internas de semillas.

Dentro de la evaluación de las características internas de las semillas (Tabla 6) se encontró cinco tipos de embrión (invertido, plegado, espatulado, doblado). Un 52,63% de las especies presentaron embrión de tipo invertido, 26,32% espatulado y 15,78% doblado. El 47,36% tuvieron como función el almacenamiento y el 73,68% ausencia de endospermo, en el caso de *C. glabrata*, el endospermo no está completamente ausente, sino que se presenta en pequeñas cantidades. *M. Peruiferum* no fue evaluado, la base para el cálculo de porcentajes fueron 19 especies.

Otra característica interna destacable es que al momento de sumergir las semillas en agua para su manipulación, las especies *G. ulmifolia* y *C. trischistandra* presentaron mucílago. Antes de la hidratación *C. trischistandra* presenta en la parte del hilo una cavidad de aire.

Tabla 5: Rasgos de embriones por especie

Espece	tipo embrión	función embrión	endospermo
<i>Albizia multiflora</i>	invertido	almacenamiento	ausente
<i>Bauhinia aculeata</i>	invertido	almacenamiento	ausente
<i>Bursera graveolens</i>	plegado	foliar	ausente
<i>Caesalpinia glabrata</i>	invertido	almacenamiento	ausente*
<i>Cedrela odorata</i>	espatulado	foliar	presente
<i>Ceiba trischistandra</i>	doblado	almacenamiento	ausente
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	espatulado	foliar	presente
<i>Cordia alliodora</i>	espatulado	foliar	ausente
<i>Erythrina smithiana</i>	doblado	almacenamiento	ausente
<i>Guazuma ulmifolia</i>	invertido	foliar	presente
<i>Leucaena trichodes</i>	invertido	almacenamiento	ausente
<i>Myroxylon peruiferum</i>	NE	NE	NE
<i>Prosopis juliflora</i>	invertido	almacenamiento	ausente
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	invertido	almacenamiento	ausente
<i>Sapindus saponaria</i>	doblado	NE	ausente
<i>Simira ecuadorensis</i>	espatulado	foliar	presente
<i>Tabebuia chrysantha</i>	invertido	foliar	ausente
<i>Tabebuia.billbergii</i>	invertido	foliar	ausente
<i>Triplaris cumingiana</i>	espatulado	foliar	presente
<i>Ziziphus thyrsoiflora</i>	invertido	almacenamiento	ausente

*NE= no evaluado * pequeñas cantidades

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

3.4. Relaciones morfológicas entre especies.

Si bien encontramos diferencias significativas entre el tamaño de las semillas por especie, también se pudo determinar que, el 75% de las especies presentaron asociación entre ellas en base a su tamaño (figura 5) a pesar de pertenecer a familias diferentes. Dentro del porcentaje de las semillas de especies que tienen un tamaño muy similar encontramos que el 27% pertenece a la familia Mimosaceae y el 13% a Caesalpinaceae.

Dentro del grupo de las semillas que no se encuentran con tamaños similares, siendo el 25% del total de la muestra tenemos a dos especies de la familia Fabaceae que representarían un 40% dentro de su grupo. La especie *M. peruiferum* destaca por ser la de mayor tamaño, esto se debe al ala de gran tamaño que presenta cada semilla.

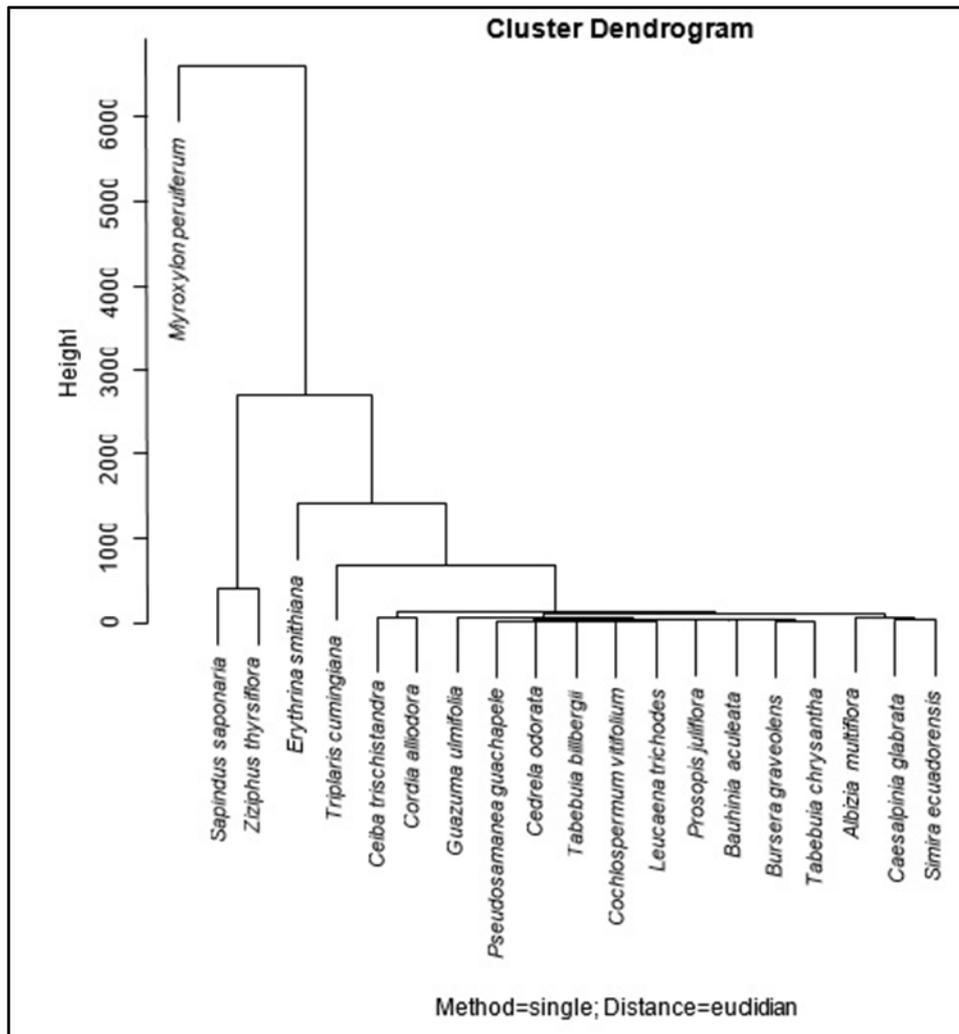


Figura 5. Dendrograma basado en rasgos cuantitativos de las semillas.

Fuente: Autor de tesis.

Elaborado por: Autor de tesis.

DISCUSIÓN

La variación encontrada entre los rasgos morfológicos evaluados en las semillas de las 20 especies en el bosque seco en estudio les permitiría a las especies tener un amplio rango de mecanismos para soportar condiciones de estrés ambiental en las zonas áridas (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016). Estos mecanismos podrían ser resultado de una evolución de la estrategia adaptativa de las especies al ecosistema (Vasquez, Orozco, Rojas, Sánchez, & Cervantes, 1997).

Si bien, las semillas de especies de ambientes áridos y semiáridos responden de manera distinta a las condiciones ambientales que enfrentan (Sánchez, Muro, Flores, Jurado, & Sáenz-Mata, 2015), nuestros resultados en las semillas mostraron tamaños similares a los encontrados en un bosque seco al sur occidente del Ecuador, apoyando la tesis que en ambientes áridos la tendencia de las especies es producir semillas más pequeñas con relación al tamaño de las semillas de las especies de los bosques lluviosos tropicales (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016). Producir semillas pequeñas tendría ciertas ventajas ecológicas en los bosques secos como formar bancos de semillas en las superficies y capas porosas del suelo (Sánchez et al., 2015).

El tamaño de la semilla también es un determinante crítico sobre la capacidad de establecimiento de la especie, afectando directamente al porcentaje de germinación en función del tiempo, y el establecimiento de semillas dispersadas que puede ser limitado por la mortalidad debida a enemigos naturales, por ejemplo depredadores de semillas y herbívoros (Harms & Paine, 2003). Las semillas más pequeñas podrían germinar en un porcentaje mayor que semillas más grandes (Hernández-Jaramillo, Pinzón, & Parrado-Rosselli, 2012) y tener menor vulnerabilidad ante predadores siendo que las semillas más grandes presentan un mayor porcentaje de ataque en comparación con las semillas más pequeñas. Los depredadores prefieren las semillas de mayor tamaño, por la cantidad de energía que pueden ofrecer (Mack, 1998).

En cada muestra de la especie las semillas tenían un tamaño con poca variabilidad. La propiedad de mantener el tamaño de la semilla razonablemente constante dentro de especies, mientras que todos los otros órganos de la planta muestran alta plasticidad, ha sido atribuido al mantenimiento de continuidad entre generaciones (Harper, Lovell, & Moore, 1970).

Adicionalmente, diferentes estudios han encontrado que el tamaño de las semillas puede estar inversamente correlacionado con la velocidad de germinación, en la cual semillas pequeñas tienden a germinar más rápido que las semillas grandes (Cuya & Lombardi, 1991; Milberg, Andersson, Elfverson, & Regner, 1996; Teketay, 1996; Tungate, Susko, & Ruffy, 2002). Esto posiblemente se debe a que semillas pequeñas absorben agua más rápido que semillas de gran tamaño y en otros casos, a estrategias ecológicas que permiten que estas semillas permanezcan varios años en bancos naturales de semillas, que germinarán una vez que las condiciones ambientales sean las adecuadas (Hernández-Jaramillo et al., 2012). La dispersión de semillas a largas distancias y la habilidad de formar bancos de semillas son alternativas estratégicas para la regeneración de la comunidad vegetal (Jara-Guerrero, 2014; Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016). Finalmente, un tamaño pequeño también reduce la superficie de contacto con factores ambientales, lo que podría significar que las semillas de las especies de bosque seco al ser pequeñas, podrían reducir su muerte por deshidratación en ambientes áridos (Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016). Esto respondería a la capacidad de las semillas para mantenerse durante varios años en los bancos.

Rasgos externos de las semillas como por ejemplo la forma seminal, tienen implicación ecológica, una semilla pequeña disminuye el punto de contacto con la superficie del suelo, y por lo tanto las posibilidades de enterramiento de la misma una vez que llega a la superficie (Fenner, 1985). Ecológica y evolutivamente, los bancos de semillas son relevantes en la dinámica poblacional de las especies vegetales, por ser los encargados de la regeneración natural en los ecosistemas (Barbour, Burk, Pitts, Gillian, & Schwartz, 1999).

En cuanto a la textura y tipo de testa de las semillas, autores como Smith et al., (1998) mencionan que semillas de algunas especies tropicales y subtropicales tienen una latencia impuesta por la testa o tegumento y Arbo & Gonzáles, (2013) mencionan que en general la superficie puede ser lisa o diversamente estructurada. La dureza de la cubierta seminal es variable, puede ser desde muy delgada hasta pétrea, y está directamente relacionada con la naturaleza del fruto. En el caso particular del bosque seco en estudio la tendencia de la mayoría de las especies es producir semillas con testa dura y lisa, esto puede funcionar como una estrategia adaptativa complementaria al tamaño pequeño de las semillas y es denominada dormancia del tegumento o dormancia exógena (De Luca, 2010). La dormición de la testa funciona para mantener la latencia y la viabilidad del embrión por periodos más prolongados de tiempo, sobrevivir a periodos cortos de lluvias hasta cuando se den las condiciones idóneas para

germinar, es una importante estrategia que permite mantener el vigor y la viabilidad y se considera como una de las estrategias de mayor importancia en ambientes áridos, la cual consiste en disminuir la actividad metabólica de la semilla para reactivarla una vez que se reúnen las condiciones favorables para que se lleve a cabo la germinación, esencial para semillas de especies que permanecen en bosques con sequias prolongadas (Sánchez et al., 2015).

La generación de ciertos rasgos como la testa dura les permite mantener la viabilidad de la semilla asegurando la futura germinación mediante mecanismos para soportar diversas condiciones adversas como lo son las sequias prolongadas o lluvias fuertes aisladas antes del periodo constante que permita que la latencia exógena existente termine cuando ante este estímulo ambiental que determina que las condiciones para la germinación son favorables (De Luca, 2010).

Dentro de las características cualitativas los cambios de color de la testa, con frecuencia, están asociados con el comienzo de impermeabilidad durante la maduración de la semilla y hay evidencia que el color de la testa está controlado por un solo gen (Egley, 1989). Especies en el estudio como *M. peruiferum* o *G. ulmifolia*, tienen variaciones en la tonalidad de sus semillas que actuarían directamente en la latencia de tipo mecánica y tendrían una relación en la germinación y el futuro establecimiento de la plántula.

El valor adaptativo del polimorfismo en la testa según autores como Morrison et al., (1992) es claramente evidente, se ha visto que las semillas anaranjadas de *Platylobium formosum* que son menos latentes que las semillas negras cuando se estudiaron por dos años consecutivos.

El 65% de las especies no presentaron apéndice, a pesar de esto, especies de árboles como *C. trischistandra* y *C. vitifolium* presentan pelos como apéndice y *M. peruiferum*, *T. chrysantha*, *T. billbergii* presentaron alas lo cual facilitaría la dispersión anemócora de las semillas de la planta madre a grandes distancias, evitaría así fenómenos como la endogamia y aseguraría que el establecimiento de las semillas se de en espacios adecuados alejados de la planta madre (Sánchez et al., 2015).

La superficie de la testa y apéndices de las semillas se relacionan con el pH y temperatura media anual del suelo. La presencia de especies con semillas de testa rugosa puede ser mayor en suelos con mayor pH y la presencia de algún tipo de apéndices en semillas puede ser mayor cuando temperatura del suelo es más alta como las que se presentan en bosque seco (Romero-Saritama, 2016).

Entre los rasgos internos de las semillas se encontró que *C. trischistandra* posee una cavidad de aire, esto respondería a que las semillas de ambientes áridos muestran adaptaciones morfológicas como cámaras internas de aire (cavidades) que evitan el contacto directo del embrión con la testa, e impiden exponer al mismo directamente a las temperaturas externas (Sánchez et al., 2015). Otro rasgo interno encontrado también para *C. trischistandra* y *G. ulmifolia* fue la presencia de mucílago al momento de la hidratación, un rasgo importante para especies de ambientes áridos debido a la alta capacidad hidrofílica del mucílago que garantiza a la semilla una cantidad de agua no despreciable para la germinación, aunque puede interferir con el intercambio de oxígeno (Garwood, 1996).

Los frutos de este estudio son en su mayoría secos de dispersión anemocora, lo que brindaría cierta ventaja adaptativa donde la dispersión dirigida a un sitio seguro para germinar es de particular importancia en ecosistemas altamente variables como las zonas secas (Sánchez et al., 2015). Algunas semillas se quedan en el sitio de la planta madre, formando los bancos de semillas para germinar una vez que ésta muera, y así evitan el riesgo de caer en un sitio inadecuado para el establecimiento (Reeve & Sherman, 1993).

Sin embargo, estudios realizados también en bosque seco de Loja, revelan que la mayoría de las especies serían de dispersión zoocoria. Las especies dispersadas por zoocoria se convertirían en un patrón para los bosques secos neotropicales y tumbesinos (Jara-Gerrero et al 2011; Romero-Saritama & Pérez-Rúiz, 2016). La diferencia con bosque seco en estudio se debería al número de especies colectadas que se encontraban disponibles al finalizar la época seca. Se ha reportado que la mayor parte de las especies con dispersión anemócora, en bosque seco y húmedo tiene un patrón de dispersión al final de la época seca, mientras que las especies con dispersión zoócoria se dispersan mayormente en la época lluviosa (Augspurger & Franson, 1988; Foster, 1990; Howe & Smallwood, 1982). Por lo tanto, existe relación entre el periodo seco o lluvioso de bosque seco y el tipo de dispersión (Mostacedo, Pereira, & Fredericksen, 2001).

Al comparar nuestros resultados con las mismas especies de un bosque seco al sur occidente del Ecuador estudiado por Romero-Saritama (2016), encontramos medidas similares en el tamaño, a diferencia que el largo de las semillas del bosque seco del sur es mayor al del presente estudio, esto pudo deberse a que Romero-Saritama (2016)

consideró a las alas dentro de la medición del largo de las semillas. Las similitudes y variaciones de las especies en los dos bosques seco pueden deberse a que la mayoría de las especies presentan alta variabilidad genética y adaptabilidad a distintos lugares de su área de distribución en donde pudieron haber evolucionado con características específicas para lidiar con factores limitantes locales y con las interacciones bióticas específicas del sitio (Vasquez et al., 1997).

Hay una estrecha relación entre rasgos morfológicos de las semillas y el éxito de la conservación *ex situ* de especies de bosque seco a largo plazo. El conocimiento de estos rasgos es una herramienta indispensable no solo para conocer el comportamiento de conservación de las semillas, sino en optimizar y articular todo el ciclo de conservación desde la colección hasta el almacenamiento de las semillas en los bancos de germoplasma y su posterior utilización (Romero-Saritama & Pérez-Ruíz, 2016).

CONCLUSIONES

Nuestros resultados aportan información biológica básica para mejorar la comprensión del rol morfológico de las semillas en los ecosistemas secos y será el punto de partida para diferentes estudios sobre la ecología de las semillas de zonas áridas.

Medir y evaluar rasgos morfológicos externos e internos de semillas permite tener un mayor conocimiento de las características y procesos que preceden a la semilla y que están involucrados en las especies para su reproducción y futura formación como plántulas. Las variaciones encontradas en la morfología de las semillas de las especies en estudio, podrían ser el mecanismo que permita su germinación, supervivencia, y capacidad de adaptación; producto del ambiente externo que cambia a través del tiempo.

La relación entre rasgos morfológicos externos e internos de semillas nos puede ayudar a identificar el futuro ensamble de la comunidad, dinámica de los bosques y la capacidad que tienen las semillas para responder favorablemente a condiciones de estrés ambiental. Podemos mencionar también que estos mecanismos adaptativos, tanto para estrategias individuales como para mecanismos en conjunto, permitiría a las especies tener herramientas disponibles para enfrentarse y soportar los efectos del cambio climático.

Finalmente los resultados de nuestro estudio nos brindan una herramienta para el manejo y uso de las especies varios campos como es la conservación *ex situ*, restauración de hábitats, agroforestería e incluso en la agricultura ya que pueden pronosticar la adaptabilidad y funcionamiento de las mismas en diversas condiciones ambientales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con el estudio de rasgos morfológicos regenerativos de especies tanto de bosque seco como de otros tipos de ecosistemas presentes en el país para poder así comprender con mayor profundidad, las estrategias adaptativas y mecanismos que presentan las especies en diferentes regiones.

Se sugiere acompañar a los estudios de germinación con un análisis de morfología para tener resultados completos de los mecanismos adaptativos de las especies y su función en el desarrollo de las plántulas.

Se recomienda realizar investigaciones más profundas de especies en algún estado de vulnerabilidad para que nos permita adelantarnos con estrategias de conservación y prevenir su deterioro o posible extinción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, Z. (2012). Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. *MAE/FAO Proyecto Manejo Forestal Sostenible Ante El Cambio Climático*, 140. Retrieved from <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/Bosques-Secos4.pdf>
- Aguirre, Z., Kvist, L. P., & Sánchez T, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*, (8), 162–187.
- Aguirre, Z., Linares-Palomino, R., & Kvist, L. P. (2006). Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldia*, 13(2), 324–346.
- Amorim, I. (1996). *Morfologia de frutos, sementes, germinação, plântulas e mudas de espécies florestais da região de Lavras*. Tesis de Mestrado em Engenharia Florestal - Departamento de Silvicultura - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Arbo, M., & Gonzáles, A. (2013). Botánica Morfológica. Retrieved from http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema6/6_7semilla.htm
- Armenteras, D. (2014). Dinámicas Y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990. *Colombia Forestal*, 17, 233–246. <http://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a07>
- Augspurger, C. K., & Franson, S. E. (1988). Input of wind-dispersed seeds into light-gaps and forest sites in a Neotropical forest. *Journal of Tropical Ecology*, 4(3), 239. <http://doi.org/10.1017/S0266467400002807>
- Ayala-Cordero, G., Terrazas, T., López-Mata, L., & Trejo, C. (2004). Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de *Stenocereus beneckeii*, 29, 692–697.
- Barbour, M. G., Burk, J. H., Pitts, W. D., Gillian, F. S., & Schwartz, M. W. (1999). Allocation and life history patterns. In: *Terrestrial Plant Ecology*. Benjamin Cummings., *Third edit*(An Imprint of Adison Wesley Longman, Inc.), 88–116.
- Cañadas, L. (1983). El mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. *MAG-PRONAREC*, 210.
- Cun, P. (2012). *Manejo Del Bosque Protector Cerro Blanco (BPCB) Como Estrategia En La Planificación Y Gestión De La Reserva (Provincia del Guayas-Ecuador)*. Tesis Mag. Sc. Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil. Ecuador.

- Cuya, O., & Lombardi, I. (1991). Influencia del tamaño de semilla en la germinación y crecimiento de plántulas de *Schinus molle*. *Revista Forestal Del Perú*, 18 (2), 17–27.
- De Luca, N. (2010). Características de las Semillas, Tratamientos pregerminativos, técnicas de recolección y almacenamiento. *Curso Reforestación's Blog*, 9. Retrieved from <https://cursoreforestacion.wordpress.com/>
- Donadio, N., & Dematé, M. (2000). MORFOLOGIA DE FRUTOS , SEMENTES E PLÂNTULAS DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium* (Spreng .) Taub .) E JACARANDÁ-DA-BAHIA (*Dalbergia nigra* (Vell .) Fr . All . ex Benth .) - FABACEAE. *Revista Brasileira de Sementes*, 22(1), 64–73.
- Egley, G. H. (1989). Water-Impermeable Seed Coverings as Barriers to Germination. *Recent Advances in the Development and Germination of Seeds*, Plenum Press, (In: Taylorson, R.B., Ed.), New York, 213-214. http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4613-0617-7_16
- Espinosa, C. I., De La Cruz, M., Luzuriaga, L., & Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad , estructura , funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1–2), 167–179.
- Fenner, M. (1985). Seed ecology. *Chapman & Hall, London*.
- Ffolliott, P., & Thames, J. (1986). *Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina*. Universidad de Arizona. Tucson - Arizona.
- Finch-Savage, W. E., & Leubner-Metzger, G. (2006). Seed dormancy and the control of germination - Finch-Savage - 2006 - New Phytologist - Wiley Online Library. *The New Phytologist*, 171(3), 501–23. <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01787.x>
- Fondo de Cultura Económica. (1996). La Ciencia para todos. *Subsecretaría de Educación E Investigación Científica de La SEP Y Del Consejo Nacional de Ciencia Y Tecnología*.
- Foster, B. (1990). Ciclo estacional de la caída de frutos en la isla de Barro Colorado. *Ecología de Un Bosque Tropical. Ciclos Estacionales Y Cambios a Largo Plazo.*, *Smithsonia*(E. G. Leigh, Jr., A. Stanley, R. & D. M. Windsor (eds.)), 219–241.
- Garwood, N. C. (1996). *Functional morphology of tropical tree seedling*. (In Swaine MD ed, Ed.). New York, USA: The ecology of tropical tree seedling.
- Harms, K. E., & Paine, C. E. (2003). Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales. *Ecosistemas: Revista Científica Y Técnica de Ecología Y Medio Ambiente*, 12(3), 2.
- Harper, J. L., Lovell, P. H., & Moore, K. G. (1970). The Shapes and Sizes of Seeds. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1(1970), 327–356.

- <http://doi.org/10.1146/annurev.es.01.110170.001551>
- Hernández-Jaramillo, A., Pinzón, O. P., & Parrado-Rosselli, A. (2012). Seed predation of *Sapindus saponaria* L. by *Leptostylus gibbulosus* Bates (Coleoptera: Cerambycidae) and its effects on germination. *Colombia Forestal*, 15(2), 247–260.
- Horstman, E. (Coordinador). (1998). Plan de Manejo del Bosque Protector Cerro Blanco.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13(1), 201–228. <http://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>
- IUCN. (2016). The IUCN Red List of Threatened Species. Retrieved from www.iucnredlist.org
- Jara-Guerrero, A. (2014). *Ecología de la dispersión de plantas en los bosques secos del suroccidente Ecuatoriano. Tesis Doctoral*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Jara-Guerrero, A., De la Cruz, M., & Méndez, M. (2011). Seed Dispersal Spectrum of Woody Species in South Ecuadorian Dry Forests: Environmental Correlates and the Effect of Considering Species Abundance. *Biotropica*, 43(6), 722–730. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00754.x>
- Jørgensen, P. M., & León-Yáñez, S. (Eds.). (1999). Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i–viii. Retrieved from <http://tropicos.org/>
- Laughlin, D., Diaz, S., Ornelissen, J., Garnier, E., Harrison, S., McIntyre, S., & Urcelay, S. (2012). A predictive model of community assembly that incorporates intraspecific trait variation. *Ecology Letter*, 15(11), 1291–1299.
- Lavorel, S., Díaz, S., Cornelissen, J., Garnier, E., Harrison, S., McIntyre, S., & C, U. (2007). *Terrestrial Ecosystems in a Changing World*. (I Canadel, D. Pataki, & L. Pitelka, Eds.) *The IGBP Series, Springer-Verlag*. Berlín-Heidelberg.
- Mack, A. (1998). An advantage of large seed size: tolerating rather than succumbing to seed predators. *Biotropica*, 30(4), 604–608. <http://doi.org/10.1111/j.1744-7429.1998.tb00100.x>
- Martin, A. C. (1946). *The comparative internal morphology of seeds*. *Amer. Midl. Nat.*
- Maya, M. (2001). Operaciones culturales, riego y fertilización. Málaga:IC.
- Milberg, P., Andersson, L., Elfverson, C., & Regner, S. (1996). Germination characteristics of seeds differing in mass. *Seed Science Research*, 6(4), 191–197. <http://doi.org/10.1017/S0960258500003251>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Proyecto: Sistema Nacional de Control Forestal*. Quito, Ecuador.
- Morgan, M., & Jose, S. (2013). Increasing Seed Germination of *Bursera graveolens*, a Promising Tree for the Restoration of Tropical Dry Forests. *Tree Planters' Notes*,

Volume 56., 74–83.

- Morrison, M. L., Marcot, B. G., & Mannan, R. W. (1992). Wildlife-Habitat Relationships: Concepts and Applications. *Univ. of Wisconsin Press, Madison, Wis.*
- Mostacedo, B., Pereira, M., & Fredericksen, T. S. (2001). Dispersión de semillas anemócoras y autócoras durante la época seca en áreas con aprovechamiento forestal en un bosque seco tropical. *Ecología En Bolivia*, 36, 3–16. Retrieved from <http://sites.google.com/site/editorenjefeecologiabolivia/Mostacedo36.pdf>
- Paiva Sobrinho, S. de, & Siqueira, A. G. de. (2008). Caracterização morfológica de frutos, sementes, plântulas e plantas jovens de mutamba (*Guazuma ulmifolia* Lam. - Sterculiaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, 30(1), 114–120. <http://doi.org/10.1590/S0101-31222008000100015>
- Paucar, L. M. (2011). Anatomía , Morfología y Fisiología de granos y semillas. *Universidad Nacional Del Santa - Tecnología de Granos Y Semillas*. Perú.
- Reeve, H. K., & Sherman, P. W. (1993). Adaptation and the Goals of Evolutionary Research. *The Quarterly Review of Biology*, 68(1), 1–32. <http://doi.org/10.1086/417909>
- Romero-Saritama, J. M. (2015). Rasgos morfológicos de frutos, semillas y embriones de *Cinchona officinalis* L. (RUBIACEAE) en el sur del Ecuador. *Revista Ecuatoriana de Medicina Y Ciencias Biológicas.*, 36, 27–35.
- Romero-Saritama, J. M. (2016). Caracterización morfofisiológica de semillas de especies leñosas distribuidas en dos zonas secas presentes en el Sur del Ecuador. *Ecosistemas*, 25(2), 93–100. <http://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.12>
- Romero-Saritama, J. M., & Pérez-Ruíz, C. (2016). Seed morphological traits and their implication in the ex situ conservation of woody species in Tumbesian dry forests. *Ecosistemas*, 25(2), 59–65. <http://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.07>
- Romero-Saritama, J. M., & Pérez-Ruíz, C. (2016). Rasgos morfológicos regenerativos en una comunidad de especies leñosas en un bosque seco tropical tumbesino. *Revista de Biología Tropical*, 64 (02)(June), 859–873.
- Ryding, O. (1995). Pericarp structure and phylogeny of lamiaceae-Verbenaceae-complex. *Pl. Syst. Evol.*, 198(101).
- Sánchez, J., Muro, G., Flores, J., Jurado, E., & Sáenz-Mata, J. (2015). Los bancos de semillas y su germinación en ambientes semiáridos. *Ciencia UANL*, (73), 69–76.
- Seguel, I. (2001). Conservación de recursos fitogenéticos. In A. Berreta & M. Rivas (Eds.), *Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur* (Primera Ed, pp. 79–90). Montevideo: PROCISUR.
- Shipley, B., Vile, D., & Garnier, E. (2006). From plant traits to plant communities: A statistical mechanistic approach to biodiversity. *Science*, 314, 812–814.

- Smith, M., Wang, B., & Msanga, H. (1998). Dormancia y germinación. *Manual de Semillas de Árboles Tropicales*, 157–182.
- Suárez, D., & Melgarejo, L. M. (2010). Biología y germinación de semillas. *Laboratorio de Fisiología Y Bioquímica Vegetal. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia*.
- Teketay, D. (1996). Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology and Management*, 80(1–3), 209–223. [http://doi.org/10.1016/0378-1127\(95\)03616-4](http://doi.org/10.1016/0378-1127(95)03616-4)
- Trujillo, E. (1990). Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. *ACE-PRINTER*. México, D.F.
- Tungate, K. D., Susko, D. J., & Rufty, T. W. (2002). Reproduction and offspring competitiveness of *Senna obtusifolia* are influenced by nutrient availability. *New Phytologist*, 154(3), 661–669. <http://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2002.00407.x>
- Vasquez, C., Orozco, A., Rojas, M., Sánchez, M., & Cervantes, V. (1997). *La reproducción de las plantas: semillas y meristemos*. (Primera). México, D.F.
- Vidal, J. (2000). Curso de Botánica 28 edición. Lima: Bruño.
- Willan, R. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma: FAO - Centro de Semillas Forestales de DANIDA.

